

Pengaruh Kuat Geser Matos dan Semen Terhadap Tanah Ekspansif (Studi Kasus: Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunung Pati, Semarang)

Nikodemus Budi Prayitno¹, Daniel Hartanto², Djoko Suwarno²
email: nikodemusprayitno@gmail.com

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

²Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

Abstract

The development of development in Indonesia is very advanced and requires extensive land to build. A lot of development has been carried out to increase the pace of development but has faced several obstacles. The constraints faced are often land conditions that do not support. One of the soil conditions is expansive soil. This expansive soil condition must be corrected so as not to damage the building built on the land. One way to improve this is to add additional ingredients to improve the expansive soil. The added ingredients used are matos and cement. This research is also useful to determine expansive soil shear strength with the addition of matos and cement. The method of mixing matos is using cement and water. If the matos are not mixed with cement, the results obtained cannot be maximized. When it is mixed homogeneously the expansive soil experiences better mixing than without the addition of matos and cement. Shear strength also increased significantly when mixed with matos and cement.

Keywords: *expansive soil, matos, cement, and shear strength.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya pembangunan di Indonesia membuat lahan yang diperlukan untuk membangun juga bertambah. Namun terdapat beberapa kendala. Salah satunya adalah kondisi tanah yang tidak mendukung pembangunan tersebut.

Kondisi tanah yang dibahas kali ini adalah tanah ekspansif. Tanah ini dapat menimbulkan kerugian saat membangun sebuah bangunan di atas tanah tersebut. Oleh karena itu diperlukan penanganan khusus untuk membangun di atas tanah ini.

1.2 Permasalahan

Masalah yang dihadapi adalah nilai kembang susut tanah yang tinggi pada saat

musim hujan maupun musim kemarau. Saat musim hujan tanah akan menyerap air dengan banyak dan mengembang. Namun saat musim kemarau tanah akan kering dan menyusut sangat cepat dibandingkan tanah lainnya.

1.3 Tujuan Penelitian Tugas Akhir

Tujuan yang hendak dicapai dari penyusunan tugas akhir ini yaitu:

1. Mengetahui karakteristik dan sifat fisis dari tanah ekspansif yang berada di kelurahan Sadeng, kecamatan Gunung Pati, Semarang.
2. Mengetahui kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dari tanah ekspansif di kelurahan Sadeng, kecamatan Gunung Pati, Semarang lewat uji kompaksi.

3. Mengetahui hasil kuat geser *undrained* dari tanah ekspansif lewat uji tekan bebas.
4. Mengetahui hasil perbaikan tanah ekspansif dengan matos dan semen.

1.4 Manfaat Penelitian Tugas Akhir

Penelitian ini bermanfaat untuk memperbaiki tanah ekspansif dengan matos dan memberikan solusi bagi warga sekitar untuk memperbaiki tanah ekspansif tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah didefinisikan sebagai mineral yang terdiri dari agregat mineral – mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain dan dari bahan – bahan organik yang telah melapuk disertai zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong di antara pertikel – partikel tersebut. (Das, 1995)

Ada 2 sistem klasifikasi tanah yaitu:

1. Sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) adalah sistem yang paling banyak digunakan secara internasional untuk pekerjaan teknik pondasi seperti bendungan, bangunan, dan sejenisnya (Bowles, 1991).
2. Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation*) adalah sistem yang dipakai oleh beberapa departemen transportasi negara bagian di Amerika Serikat dalam spesifikasi pekerjaan tanah untuk pembangunan lintas transportasi (Bowles, 1991).

2.2 Tanah Ekspansif

Tanah atau batuan yang kandungan lempungnya memiliki potensi kembang susut akibat perubahan kadar air. Tanah ekspansif adalah tanah yang tidak stabil

dimana akan mengembang bila kadar air meningkat atau menyusut pada saat kadar air turun. Umumnya tanah ekspansif mempunyai kadar lempung yang relatif tinggi dan mineral *montmorillonite* yang dominan. Mineral ini mempunyai luas permukaan yang lebih besar dan dapat menyerap air dalam kadar yang banyak dibandingkan mineral lempung lainnya (Chen, 1975). Menurut Chen ada beberapa metode untuk mengklasifikasikan tanah ekspansif yaitu:

1. Metode Indeks Tunggal

Metode ini adalah cara mengukur potensi mengembang tanah dengan menggunakan parameter indeks dasar tanah.

Tabel 2.1 Hubungan Mengembang dengan Indeks Plastisitas

Shrinkage (%)	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Potential
> 15	20 – 35	< 18	Low
10 – 15	35 – 50	15	Medium
7 – 12	50 – 70	25	High
< 11	> 70	> 35	Very High

(Sumber: Chen, 1975)

2. Metode Klasifikasi

Metode USBR dikembangkan oleh Holtz dan Gibbs pada tahun 1959 dalam Chen 1975 yang dasarnya pada penilaian sejumlah indeks tanah secara simultan.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Nilai Plastisitas Tanah

Potensi Mengembang	Indeks Plastisitas
Rendah	0 – 15
Sedang	10 – 35
Tinggi	20 – 55
Sangat Tinggi	> 55

(Sumber: Holtz and Gibbs, 1959)

3. Metode Pengukuran Langsung

Metode ini adalah metode pengukuran paling baik. Pengukurannya dilakukan dengan menggunakan konsolidometer konvensional satu dimensi.

2.3 Portland Cement

Semen merupakan bahan yang bersifat hidrolis yang bila dicampur air akan berubah menjadi bahan yang mempunyai sifat perekat. Ada beberapa jenis semen *portland* yaitu:

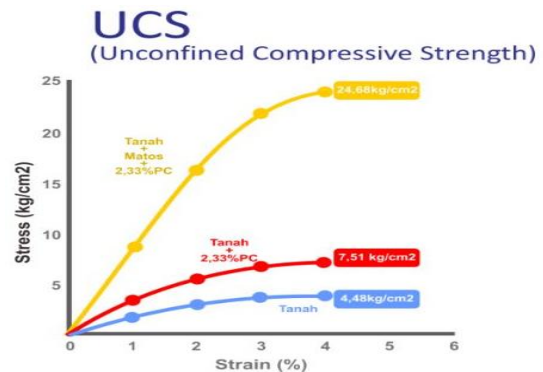
1. Tipe I yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan – persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis – jenis lain.
2. Tipe II yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Tipe III yaitu semen yang penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV yaitu semen yang penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Tipe V yaitu semen yang penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.4 Matos

Matos adalah bahan stabilisasi dan pemadatan tanah dan juga sebagai zat addiktif untuk mempertahankan fungsi tanah terutama kesuburannya. Penggunaan matos harus menggunakan semen agar dapat bekerja secara maksimal. Matos melarutkan asam humus yang terdapat di dalam tanah serta menghilangkan efek penghambatan ikatan ion, sehingga partikel tanah menjadi lebih mudah bermuatan ion negatif. Untuk

stabilisasi tanah menggunakan matos harus menggunakan semen *portland*. Komposisi semen yang digunakan untuk 1m^3 tanah membutuhkan semen 2% - 8% dari berat tanah. Sedangkan untuk melarutkan matos menggunakan kadar air optimum (www.matos.co.id).

Gambar 2.1 : Grafik UCS Matos



(Sumber : www.matos.co.id, tahun 2017)

2.5 Uji Laboratorium

Penelitian dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data – data yang konkret dan pasti tentang karakteristik tanah. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian yaitu: Uji *Atterberg Limit*, Uji *Index Properties*, Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*), dan Uji Pemadatan Tanah (kompaksi).

2.5.1 Atterberg Limit

Pengujian ini berguna untuk mendapatkan batas – batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas – batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*) (Hardiyatmo, 2002). Berikut ini adalah penjelasan dari batas – batas tersebut:

1. Batas Cair (LL = *Liquid Limit*)

Untuk mengetahui uji batas cair dapat digunakan menggunakan mangkok kuning yang bertumpu pada dasar karet

yang keras. Mangkok tersebut dapat diangkat dan dijatuhkan di atas dasar karet dengan sebuah pengungkit eksentris dijalankan oleh pemutar. Nama alat tersebut adalah alat *casagrande*.

$$LL = w_N \left(\frac{N}{25} \right)^{\tan \beta} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Batas Plastis (PL = *Plastic Limit*)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air dinyatakan dalam persen di mana tanah digulung sampai diameter 1/8 in (3,2 mm) menjadi retak – retak. Batasan ini merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah.

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Batas Susut (SL = *Shrinkage Limit*)

Tanah akan menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan – lahan hilang dari dalam tanah. Air yang hilang terus menerus akan mencapai tingkat keseimbangan di mana penambahan air tidak akan menyebabkan perubahan volume.

$$SL = w_i(\%) - \Delta w(\%) \dots\dots\dots(2.3)$$

2.5.2 Index Properties

Percobaan ini adalah untuk mengukur berat jenis dan kadar air alami tanah yang ada. Besaran yang didapatkan dari percobaan ini adalah: angka pori, porositas, derajat kejenuhan, kadar air, dan berat isi. Berikut adalah penjelasannya:

1. Angka pori (e) adalah perbandingan antara volume pori dan volume butiran padat.
2. Porositas (n) adalah perbandingan antara volume pori dan volume tanah total.
3. Derajat kejenuhan (Sr) adalah perbandingan antara volume air dengan volume pori.
4. Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah dan dinyatakan dalam persen.

5. Berat isi (γ) adalah berat tanah persatuan volume.

2.5.3 Uji Saringan

Merupakan pengujian yang mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan di mana lubang – lubang ayakan tersebut semakin kecil secara berurutan. Dalam proses pengayakan ada beberapa nomor saringan yang dipakai untuk mengayak dan ukuran lubang dalam proses pengayakannya (Das, 1995).

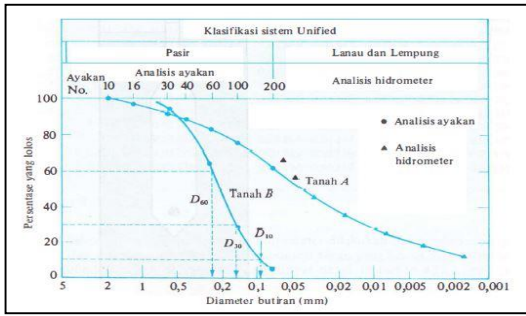
Tabel 2.3 Ukuran Lubang Ayakan

Ayakan No.	Lubang (mm)
4	4,750
10	2,000
20	0,850
40	0,425
80	0,180
120	0,125
200	0,070

(Sumber: ASTM, 1979)

2.5.4 Uji Hidrometer

Pengujian ini didasarkan pada prinsip sedimentasi butir – butir tanah dalam air. Hidrometer dilakukan dalam silinder yang terbuat dari gelas dan memakai 50 gram contoh tanah yang kering. Silinder yang dipakai memiliki tinggi 18 inci (457,2 mm) dan diameter 2,5 inci (63,5 mm). Alat hidrometer yang digunakan mengacu pada ASTM 152 H. Analisis hidrometer sangat efektif untuk digunakan memisahkan fraksi tanah halus (Das, 1995).



Gambar 2.2 : Grafik USCS Hidrometer dan Saringan
(Sumber : Das, 1995)

2.5.5 Uji Pemadatan Tanah

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum. Tujuan dari pemadatan tanah adalah untuk memperbaiki sifat – sifat teknis massa tanah. Beberapa keuntungan yang didapatkan adalah berkurangnya penurunan permukaan tanah, bertambahnya kekuatan tanah, dan berkurangnya penyusutan dan volume akibat kurangnya kadar air dari nilai patokan pada saat pengeringan. Uji pemadatan terdapat 2 jenis yaitu: *standart proctor test* dan *modified proctor test*. Pada penelitian ini menggunakan *modified proctor test* (Das, 1995).

Tabel 2.4 Spesifikasi Modifikasi Proktor

Keterangan	Modifikasi (ASTM D1557)
Palu	4,54 kg (10 lb)
Tinggi Jatuh Palu	457 mm (18 in)
Jumlah Lapisan	5
Jumlah Tumbukan	25
Energi Pemadatan (CE)	2693 kJ/m ³ (56.250 ft-lb/ft ³)

(Sumber: Das, 1995)

2.5.6 Uji Tekan Bebas

Uji tekan bebas dimaksudkan untuk memperoleh kuat geser dari tanah kohesif. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat sampai mencapai keruntuhan. Secara teoritis untuk tanah lempung jenuh air yang sama uji tekanan tak tersekap mampu dalam kondisi termampatkan tak terkendali akan menghasilkan C_u yang sama (Das, 1995).

Rumus kuat tekan bebas (q_u):

$$q_u = \frac{k \times R}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

- q_u = kuat tekan bebas
- k = kalibrasi
- R = pembacaan maksimum bacaan awal
- A = luas penampang sampel tanah

Rumus kuat geser (C_u):

$$C_u = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:

- q_u = kuat tekan bebas
- C_u = kuat geser *undrained*

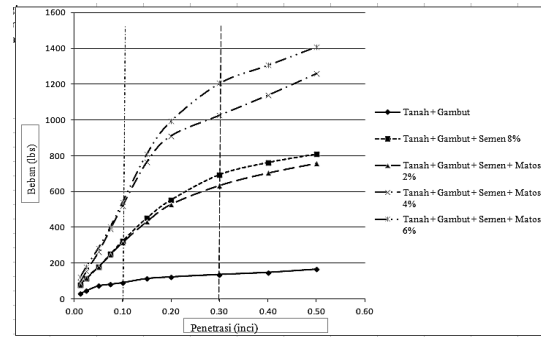
Tabel 2.5 Hubungan Konsistensi dengan Kekuatan Tanah

Konsistensi	q_u (kg/cm ²)	
	ton/ft ²	kN/m ²
Sangat Lunak	0 – 0,25	0 – 23,94
Lunak		^a 24
Lunak	0,25 – 0,5	24 – 48
Menengah	0,5 – 1	48 – 96
Kaku	1 – 2	96 – 192
Sangat Kaku	2 – 4	192 – 383
Keras	> 4	> 383

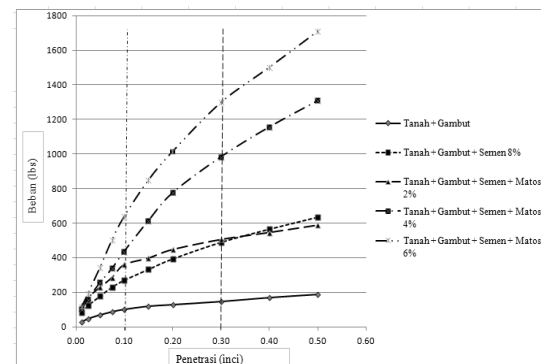
(Sumber: Das, 1995)

2.6 Penelitian Terdahulu

Pada tahun 2017, Erwin Harris dan Lie Sanders melakukan penelitian terhadap tanah gambut dengan menggunakan matos. Penelitian ini mempunyai manfaat dapat direkomendasikan sebagai dasar penambahan semen dan matos. Pengujian yang dilakukan menggunakan CBR dan hasil dari pengujian tersebut mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Variasi semen yang digunakan adalah 8% dari berat tanah yang dipakai. Sedangkan untuk matosnya menggunakan variasi 2%, 4%, dan 6% dari berat semen yang dipakai. Ada 2 metode CBR yang digunakan yaitu: *unsoaked* dan *soaked* (Harris. E dan Sanders. L, 2017). Berikut adalah hasil pengujian CBR yang ada:



Gambar 2.3 : Grafik CBR Unsoaked
(Sumber : Harris. E, Sanders. L, 2017)



Gambar 2.4 : Grafik CBR Soaked
(Sumber : Harris. E, Sanders. L, 2017)

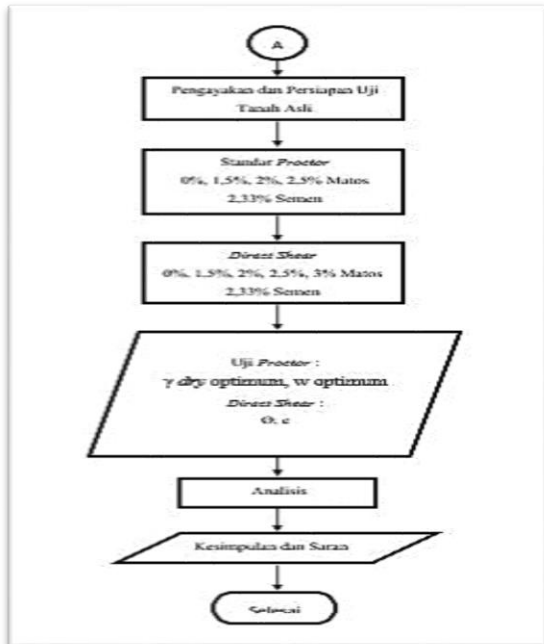
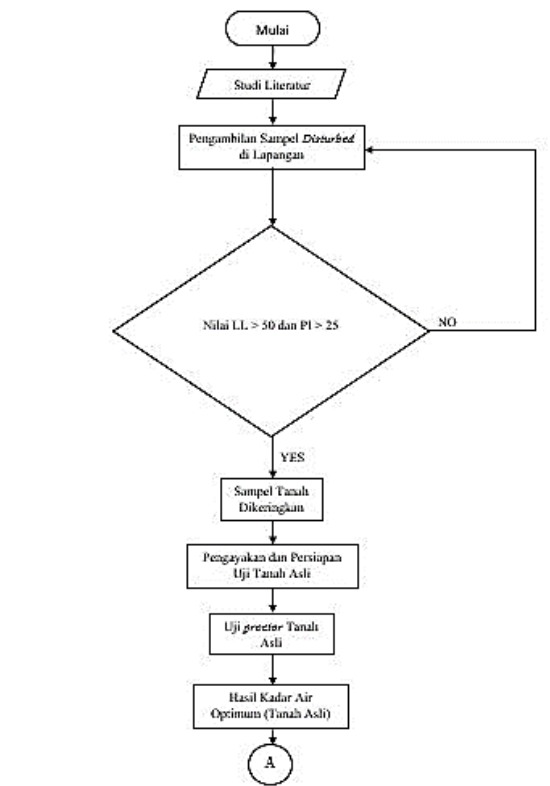
3. METODE PENELITIAN

3.1 Proses Penelitian

Penelitian adalah suatu proses yang dilakukan untuk meningkatkan pengertian mengenai hal – hal yang diamati secara langsung dengan cara sistematis berupa pengumpulan maupun analisis data. Metode penelitian meliputi letak pengambilan sampel tanah, *flow chart*, dan langkah – langkah uji di laboratorium.

3.2 Diagram Alir (Flow Chart) Penelitian

Pada diagram alir ini mempunyai tujuan untuk menunjukkan langkah – langkah penelitian yang berurutan dari awal hingga akhir. Berikut ini adalah gambar diagram alir:



Gambar 3.1 : Diagram Alir

3.3 Proses Penelitian

Pada tahap ini proses penelitian merupakan tahapan yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian di laboratorium Mekanika Tanah Unika Soegijapranata. Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang dilakukan:

1. Melakukan uji mineral tanah dan uji klasifikasi tanah yang meliputi *Index Properties*, *Atterberg Limit*, Uji Saringan, dan Hidrometer.
2. Melakukan proses analisa yang akan menentukan tanah ekspansif atau bukan.
3. Melakukan uji kompaksi modifikasi dari tanah asli untuk mendapatkan kadar air optimum yang akan digunakan saat proses pencampuran dengan matos dan semen.
4. Menyiapkan sampel tanah yang akan diberikan penambahan matos sebesar 2%, 4%, dan 6% serta semen 8%.
5. Melakukan pencampuran sampel tanah dengan matos dan semen dengan persentase yang sudah ditentukan. Kemudian dicampurkan dengan air sesuai dengan kadar air optimum yang sudah diperoleh dari uji kompaksi.
6. Melakukan uji kompaksi modifikasi dengan metode kompaksi modifikasi. Setelah itu tanah yang padat dilakukan pengambilan untuk pengujian uji tekan bebas. Cetak tanah dengan menggunakan silinder ring.
7. Melakukan pengujian uji tekan bebas untuk masing – masing sampel tanah.
8. Menganalisa nilai tahanan geser dari masing – masing sampel yang digunakan.
9. Membuat kesimpulan dan saran untuk analisa dari setiap uji laboratorium yang dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uraian Umum

Setiap lokasi memiliki karakteristik dan jenis tanah yang berbeda – beda. Karakteristik tanah yang berada di Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunung Pati, Semarang juga perlu diketahui karakteristiknya. Pengujian karakteristik tanah yang dilakukan adalah *index properties*, *atterberg limit*, uji saringan, uji hidrometer, uji pemadatan, dan uji tekan bebas.

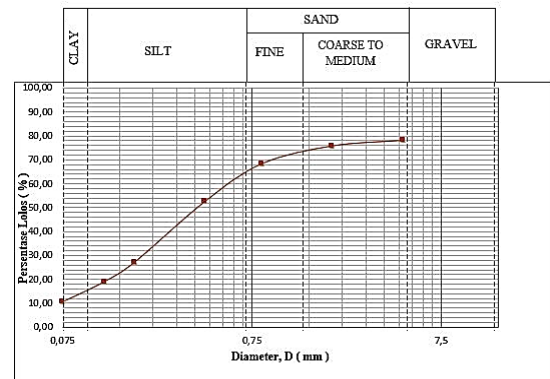
4.2 Uji Klasifikasi Tanah

Pengujian ini meliputi *index properties*, *atterberg limit*, dan *sieve analysis*. Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 4.1 Hasil Uji Klasifikasi Tanah

Uji Laboratorium	Jenis Uji	Satuan	Hasil Uji
<i>Index Properties</i>	Kadar air (w)	%	54,38
	Porositas (n)	-	60,62
	Angka Pori (e)	-	1,54
	Berat Kering (γ_{dry})	gr/cm ³	1,06
	Berat Basah (γ)	gr/cm ³	1,61
	Berat Jenis Tanah (Gs)	-	2,7
<i>Atterberg Limit</i>	Batas Susut (SL)	%	10
	Batas Cair (LL)	%	98
	Batas Plastis (PL)	%	50,62
	Indeks Plastisitas (PI)	%	47,38
<i>Sieve Analysis</i>	Persentase Gravel	%	0
	Persentase <i>Coarse to Medium Sand</i>	%	4,24
	Persentase <i>Fine Sand</i>	%	8,8

Persentase <i>Silt</i>	%	49,3
Persentase <i>Clay</i>	%	5,14
D ₁₀	-	0,075
D ₃₀	-	0,22
D ₆₀	-	0,68
c _u	-	9,067
c _c	-	0,95



Gambar 4.1 : Grafik Sieve Analysis

4.3 Uji Tanah Ekspansif

Dari tabel 4.1 didapatkan hasil batas susut (SL) sebesar 10%, batas cair (LL) sebesar 98%, batas plastis (PL) sebesar 50,62%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 47,38%. Dari hasil tersebut dapat dikategorikan ke dalam tabel referensi di bawah ini:

Tabel 4.2 Klasifikasi Tanah Ekspansif Menurut Nilai Plastisitas Tanah

Shrinkage (%)	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Potential
> 15	20 – 35	< 18	Low
10 – 15	35 – 50	15	Medium
7 – 12	50 – 70	25	High
< 11	> 70	> 35	Very High

(Sumber: Holtz and Gibbs, 1956)

Tabel 4.3 Hubungan Potensial

Potensi Mengembang	Indeks Plastisitas
Rendah	0 – 15
Sedang	10 – 35
Tinggi	20 – 55
Sangat Tinggi	> 55

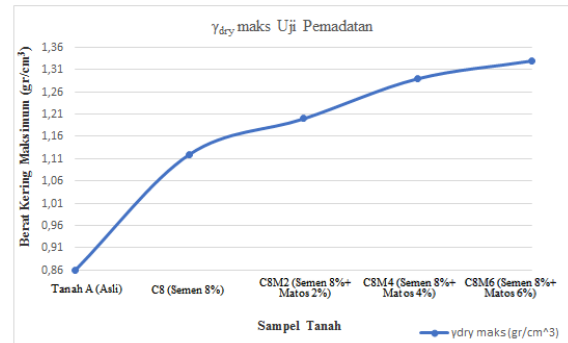
Mengembang dengan Indeks Plastisitas (Sumber: Chen, 1975)

4.4 Uji Pematatan

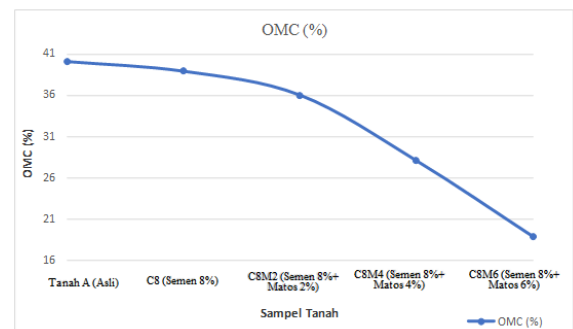
Uji pematatan dilakukan dengan kompaksi modifikasi di mana pemukulnya lebih besar daripada kompaksi standar. Dari hasil uji pematatan yang dilakukan mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Berikut ini adalah tabel hasil uji pematatan yang telah dilakukan:

Tabel 4.4 Hasil Uji Pematatan

Jenis Uji	$\gamma_{dry\ maks}$ (gr/cm ³)	OMC (%)
Tanah A (Asli)	0,86	40,06
C8 (Semen 8%)	1,12	38,89
C8M2 (Semen 8% + Matos 2%)	1,20	35,99
C8M4 (Semen 8% + Matos 4%)	1,29	28,04
C8M6 (Semen 8% + Matos 6%)	1,33	18,86



Gambar 4.2 : Grafik Berat Kering Maksimum



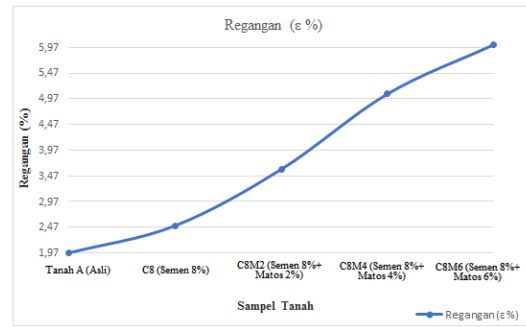
Gambar 4.3 : Grafik OMC

4.5 Uji Tekan Bebas

Pada pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai kuat geser dari sampel tanah yang digunakan. Kadar matos yang digunakan adalah 2% (C8M2), 4% (C8M4), dan 6% (C8M6). Sedangkan untuk semennya menggunakan kadar 8%. Nilai q_u paling besar bernilai 7,440 kg/cm³ dan terkecilnya bernilai sebesar 1,95 kg/cm³. Untuk nilai kuat geser (C_u) terkecil nilainya adalah 0,97 kg/cm² dan terbesarnya bernilai 3,72 kg/cm². Regangan yang didapatkan dari penelitian ini terbesarnya adalah 6,03% dan terkecilnya adalah sebesar 1,97%. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian uji tekan bebas yang telah dilakukan:

Tabel 4.5 Hasil Uji Tekan Bebas

Sampel Tanah	q_u (kg/cm ²)	Kuat Geser (Cu = kg/cm ²)	Regangan (ε %)
Tanah A (Asli)	1,95	0,97	1,97
C8 (Semen 8%)	2,39	1,19	2,5
C8M2 (Semen 8% + Matos 2%)	4,25	2,13	3,6
C8M4 (Semen 8% + Matos 4%)	5,76	2,88	5,07
C8M6 (Semen 8% + Matos 6%)	7,44	3,72	6,03



Gambar 4.5 : Grafik Regangan

4.6 Pembahasan

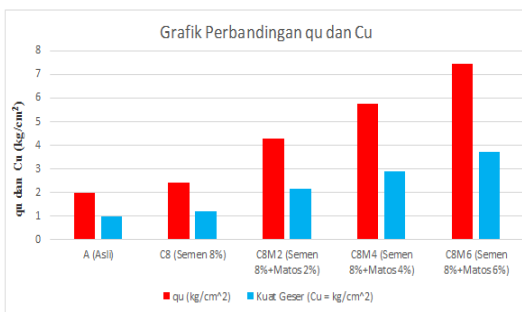
Dari semua percobaan yang telah dilakukan terkadang mengalami beberapa kali kegagalan yang menyebabkan terhambatnya penelitian ini. Namun pengulangan dan ketelitian yang lebih lagi membuat hasil yang didapatkan bisa lebih baik lagi. Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa tanah ini adalah tanah ekspansif. Hal ini dapat dilihat dari hasil LL sebesar 98% dan PI sebesar 47,38%. Menurut tabel Holtz and Gibbs, 1956 dikategorikan ke dalam tanah ekspansif dengan plastisitas sangat tinggi. Sedangkan untuk tabel Chen, 1975 dikategorikan ke dalam tanah ekspansif dengan potensi mengembang tinggi. Nilai q_u tanah asli sebesar 1,95 kg/cm² meningkat menjadi 7,44 kg/cm² pada saat penambahan semen 8% dan matos 6%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Disimpulkan bahwa tanah Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunung Pati, Semarang merupakan tanah ekspansif dengan nilai plastisitas sangat tinggi dan potensial mengembang yang tinggi. Nilai tersebut didapatkan dari nilai LL sebesar 98% dan PI sebesar 47,38%.



Gambar 4.4: Grafik Perbandingan q_u dan C_u

2. Kadar air optimum yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebesar 18,86% pada penambahan semen 8% dan matos 6%. Dibandingkan dengan tanah asli yang nilainya sebesar 40,06%. Sedangkan nilai berat isi kering maksimumnya adalah sebesar 1,33 gr/cm³ pada penambahan semen 8% dan matos 6%.
3. Nilai dari kuat tekan bebasnya adalah sebesar 7,44 kg/cm² dengan penambahan semen 8% dan matos 6%. Untuk nilai kuat gesernya adalah sebesar 3,72 kg/cm² pada saat penambahan semen 8% dan matos 6%.
4. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa perbaikan tanah dengan matos dan semen mempengaruhi kuat geser dari tanah ekspansif yang berada pada Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunung Pati, Semarang.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Disarankan untuk terus mengembangkan penelitian pengaruh kuat geser matos dan semen terhadap tanah ekspansif dengan kenaikan persentase yang berbeda.
2. Disarankan melakukan penelitian dengan keadaan alat yang baik dan benar agar tidak terjadi kesalahan.
3. Penerapan menggunakan matos dan semen perlu disebar luaskan lagi agar dapat diterima oleh semua kalangan.
4. Disarankan untuk mengaplikasikan penggunaan matos pada saat kondisi tanah kering atau musim kemarau agar tidak mempengaruhi kadar air yang dipakai sebagai campuran matos.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1991. *Sifat – sifat Fisika dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Chen, F.H. 1975. *Foundation on Expansive Soil*. Development in Geotechnical Engineering 12. Eservier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Das, B. M. 1995. Rekayasa Geoteknis). In *Mekanika Tanah II Jilid II* (pp. 1–258).
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. 1995. Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). In *Mekanika Tanah I Jilid I* (pp. 1–291).
- Departemen PU Penanganan Tanah Ekspansif Untuk Konstruksi Jalan. 2005.pdf. (n.d.).
- Fauzi. 2016. *Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Bahan Tambah Gypsum (Studi Kasus di Kawasan Industri Candi Blok K - 18, Semarang)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Soegijapranata Semarang.
- Hardiyatmo, H. C., Teknik, J., Universitas, S., Mada, G., Sipil, T., Teknik, F., & Gadjah, U. 1992. No Title. In *Mekanika Tanah 2* (pp. 1–209).
- Hardiyatmo, H. C. 2002. Mekanika Tanah 1. In *Mekanika Tanah 1* (pp. 1–208).
- Harris, Erwin dan Sanders, L. 2018. *Pengaruh Matos Terhadap Peningkatan CBR dan Sifat Kedap Air*

pada Tanah Sekitar Rawa Pening (Studi Kasus: Tanah Urug Tanggul). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Soegijapranata Semarang.

Soleh, Moch. 2014. *Pengaruh Proses Pembasahan dan Pengerinan Pada Tanah Ekspansif yang Distabilisasi dengan Kapur dan Eco Cure (Studi Kasus: Jalan Bonjonegoro – Padangan km 133 + 550)*. Geoteknik Teknik Sipil ITS Surabaya

SNI 6427-2012. 2012. *Metode uji basah dan uji kering campuran tanah-semen dipadatkan.*

SNI 6887-2012. 2012. *Metode uji kuat tekan silinder campuran tanah-semen.*

SNI 15-0302-2004. 2004. *Semen portland pozolan.*

SNI 15-2049-2004. 2004. *Tipe – tipe Semen.*

Watukali. Matos. www.matos.co.id. Diakses pada 23 November 2017 pukul 20.15.